

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-304763

(P2002-304763A)

(43) 公開日 平成14年10月18日 (2002. 10. 18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 1 1 B	7/135	G 1 1 B 7/135	Z 2 H 0 4 4
G 0 2 B	7/02	G 0 2 B 7/02	C 2 H 0 5 1
	7/36	13/00	2 H 0 8 7
	13/00	7/11	D 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数50 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2001-108378(P2001-108378)

(22) 出願日 平成13年4月6日 (2001. 4. 6)

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 木村 徹

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(72) 発明者 八木 克哉

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(74) 代理人 100107272

弁理士 田村 敬二郎 (外1名)

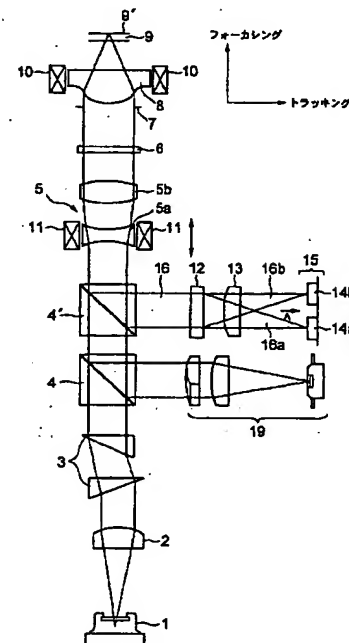
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置、記録・再生装置及び光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法

(57) 【要約】

【課題】 高開口数の対物レンズと少なくとも1枚のプラスチックレンズとを含む集光光学系を有し、温度・湿度変化に起因して発生する球面収差の変動を効果的に補正し、常に良好な集光状態を維持できる光ピックアップ装置、記録・再生装置及び球面収差変動の補正方法を提供する。

【解決手段】 この光ピックアップ装置は、光源1からの光束を光情報記録媒体の情報記録面9'上に集光させる対物レンズ8と、光源と対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するビームエキスパンダ5とを含む集光光学系を備える。集光光学系はプラスチックレンズを含み、情報記録面からの反射光を検出し、温度・湿度変化に対して、プラスチックレンズの形状及び屈折率の変化や光源の発振波長変動により生じる球面収差の変動を検出する多分割光検出器15と、検出球面収差変動の補正のためにビームエキスパンダ5を駆動する1軸アクチュエータ11とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記集光光学系は少なくとも1つのプラスチックレンズを含み、

前記情報記録面からの反射光を検出して、少なくとも温度及び／または湿度変化に対して、前記プラスチックレンズの形状及び屈折率の少なくとも一方の変化及び／または前記光源の発振波長変動により生じる球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段によって検出された球面収差の変動を補正するために前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を備えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項2】 光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有し、

前記球面収差検出手段は、少なくとも入射する光束に対して振幅分割または波面分割を行う分割手段と、分割された光束または波面にそれぞれ異なる大きさまたは異なる符号の球面収差を与える光学素子と、前記光学素子によって球面収差を与えられた光束を受光する多分割光検出器と、を備えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項3】 光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有し、

前記球面収差検出手段は、入射する光束の球面収差の変化に応じて受光する光量に変化を生じるように面積が配分された第1の受光面および第2の受光面を有する多分割光検出器と、前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器との光路中に配置され、前記情報記録面からの反射光を前記第1の受光面に受光される第1の光束と、前記第1の光束と近軸焦点位置もしくはベストフォーカス位置が同一とされ、前記第2の受光面に受光される第2の

光束とに分割するとともに、前記第1の光束にオーバーな球面収差を与え、前記第2の光束にアンダーな球面収差を与える光学素子と、を有し、

前記第1の光束と前記第2の光束の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する前記第1の受光面における光量と前記第2の受光面における光量の差を検出することで、前記球面収差の変動量を検出し、前記球面収差の変動量を低減させるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項4】 前記第1の受光面と前記第2の受光面が同一基板上に形成されていることを特徴とする請求項3に記載の光ピックアップ装置。

【請求項5】 光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有し、

前記球面収差補正手段は、時計回りの方向に順に、入射する光束の球面収差の変化に応じて受光する光量に変化を生じるように面積が配分された、第1の受光部、第2の受光部、前記第1の受光部と対向する第3の受光部、前記第2の受光部と対向する第4の受光部の少なくとも4つの領域に分割された受光面を有する多分割光検出器と、前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器と前記球面収差補正手段との光路中に配置され、情報記録面からの反射光の波面を前記多分割光検出器のそれぞれの受光面に受光され、かつ近軸焦点位置もしくはベストフォーカス位置が同一とされた4つの領域の波面に分割するとともに、前記第1の受光部および前記第3の受光部に受光される波面にオーバーな球面収差を与え、前記第2の受光部および前記第4の受光部に受光される波面にアンダーな球面収差を与える光学素子と、を有し、前記4つの領域に分割された波面の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する前記多分割光検出器の各々の受光面における光量の差を検出することで、前記球面収差の変動量を検出し、前記球面収差の変動量を低減させるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項6】 前記光源から前記光情報記録媒体の情報記録面に至る光路と、前記情報記録面から前記多分割光検出器に至る光路が共有されることを特徴とする請求項2乃至5のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項7】 前記光源と前記多分割光検出器が同一基板上に形成されることを特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。

【請求項8】 前記光ピックアップ装置は、前記対物レ

レンズを駆動させるための駆動手段と、前記情報記録面からの反射光を第2の光検出器により検出することで前記対物レンズのトラッキング誤差および／またはフォーカシング誤差を検出するための誤差検出手段と、を有し、前記情報記録面から前記第2の光検出器に至る光路と、前記情報記録面から前記多分割光検出器に至る光路が共有されることを特徴とする請求項2乃至7のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項9】 前記第2の光検出器と前記多分割光検出器が同一基板上に形成されることを特徴とする請求項8に記載の光ピックアップ装置。

【請求項10】 前記光ピックアップ装置は、前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器との光路中に、前記情報記録面からの反射光を前記多分割光検出器の受光面上に集光させるための集光レンズを有し、前記集光レンズは、少なくとも入射する光束に、異なる大きさもしくは異なる符号の球面収差を与えるとともに振幅分割もしくは波面分割することを特徴とする請求項2乃至9のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項11】 前記光ピックアップ装置は前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器との光路中に配置された集光レンズを有し、前記集光レンズは、輪帯状の回折構造を少なくとも1つの面に有することを特徴とする請求項2乃至10のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項12】 光源と、前記光源から射出される光束の発散度を変換するカップリングレンズと、該光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有し、

前記カップリングレンズと、前記球面収差検出手段に含まれる集光レンズと、前記球面収差検出手段に含まれる光検出器と前記球面収差補正手段との光路中に配置される集光レンズとが、前記光源の波長変動及び温度変化に対する特性において略一致していることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項13】 前記カップリングレンズと前記集光レンズは、光学的に同一の光学素子であることを特徴とする請求項12に記載の光ピックアップ装置。

【請求項14】 光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記集光光学系は光軸方向に沿ってそれぞれ独立に変移可能な少なくとも2つのレンズ群を含み、

前記変移可能なレンズ群は全てプラスチック材料からなり、前記変移可能なレンズ群を光軸方向に沿って変移させるための駆動手段を有することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項15】 前記光ピックアップ装置は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置された球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段とを有し、

前記球面収差補正手段は、少なくとも1つの光軸方向に沿って変移可能な可動要素を有し、前記光軸方向に沿って変移可能なレンズ群のうち少なくとも1つのレンズ群が前記可動要素であって、前記光軸方向に沿って変移可能なレンズ群であって、前記可動要素以外のレンズ群のうち少なくとも1つのレンズ群が前記対物レンズであることを特徴とする請求項14に記載の光ピックアップ装置。

【請求項16】 前記球面収差検出手段が検出可能な球面収差変動量を $\Delta SA$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項1乃至15のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

$$\Delta SA \geq 0.030 \lambda \text{ rms}$$

ただし、 $\lambda$ ：前記光源の発振波長（nm）

【請求項17】 前記球面収差検出手段が検出可能な球面収差変動量を $\Delta SA$ としたとき、次式を満たすことを特徴とする請求項16に記載の光ピックアップ装置。

$$\Delta SA \geq 0.010 \lambda \text{ rms}$$

【請求項18】 前記球面収差検出手段は、前記集光光学系で発生する球面収差の変動量に対応した球面収差誤差信号を生成し、前記球面収差誤差信号がほぼ零となるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする請求項1乃至17のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項19】 前記光情報記録媒体の情報記録面に対して情報の記録または再生を行うのに必要な前記対物レンズの像側の所定開口数が0.65以上であることを特徴とする請求項1乃至18のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項20】 前記光情報記録媒体の情報記録面に対して情報の記録または再生を行うのに必要な前記対物レンズの像側の所定開口数が0.75以上であることを特徴とする請求項19に記載の光ピックアップ装置。

【請求項21】 前記対物レンズは光源側から順に配置された正屈折力の第1レンズと正屈折力の第2レンズとからなり、次式を満たすことを特徴とする請求項19または20に記載の光ピックアップ装置。

$$0.07 < NA \cdot WD / f < 0.35$$

ただし、NA：光情報記録媒体に記録および／または再生を行うのに必要な所定の像側開口数

WD：前記対物レンズのワーキングディスタンス（mm）

f：前記対物レンズの全系の焦点距離（mm）

【請求項22】 前記対物レンズは単レンズであって、次式を満たすことを特徴とする請求項19または20に記載の光ピックアップ装置。

$$0.10 < NA \cdot WD / f < 0.40$$

ただし、NA：光情報記録媒体に記録および／または再生を行うのに必要な所定の像側開口数

WD：前記対物レンズのワーキングディスタンス（mm）

f：前記対物レンズの全系の焦点距離（mm）

【請求項23】 前記対物レンズは、無限遠物体からの平行光束に対して収差が最小となるように収差補正されていることを特徴とする請求項19乃至22のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項24】 前記対物レンズは、有限距離にある物体からの発散光束に対して収差が最小となるように収差補正されていることを特徴とする請求項19乃至22のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項25】 前記対物レンズは、像側物体に向かう収散光束に対して収差が最小となるように収差補正されていることを特徴とする請求項19乃至22のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項26】 前記光源は500nm以下の波長の光を発生することを特徴とする請求項1乃至25のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項27】 前記集光光学系は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に、光源からの発散光束の発散角を変換するカップリングレンズを有し、前記カップリングレンズはガラス材料からなることを特徴とする請求項1乃至26のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項28】 前記集光光学系は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に、光源からの発散光束の発散角を変換するカップリングレンズを有し、前記カップリングレンズは屈折作用をもつガラスレンズと、一方の面で前記ガラスレンズに接合され、他方の面に光学面が形成されたプラスチック材料及び／または紫外線硬化樹脂からなる光学素子とから構成される複合レンズであることを特徴とする請求項1乃至27のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項29】 前記カップリングレンズは、光源からの発散光束を平行光束に変換するコリメートレンズであって、前記光ピックアップ装置は、前記コリメートレンズと前記対物レンズとの光路中に、光源から射出された光束の非点隔差を緩和するためのビーム整形素子を有することを特徴とする請求項27または28に記載の光ピックアップ装置。

【請求項30】 前記集光光学系に含まれる前記カップリングレンズ以外の光学素子がすべてプラスチック材料

から形成されることを特徴とする請求項1乃至29のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項31】 前記集光光学系は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に、光源からの発散光束の発散角を変換するカップリングレンズを有し、前記カップリングレンズはプラスチック材料からなることを特徴とする請求項1乃至26のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項32】 前記光源は、略円形の光束を射出することを特徴とする請求項31に記載の光ピックアップ装置。

【請求項33】 前記光源は、半導体レーザと、前記半導体レーザより射出された光の波長を変換する波長変換素子とから構成され、

前記集光光学系は、前記波長変換素子より射出される光を前記情報記録面上に集光させ、前記半導体レーザより射出される光の波長を $\lambda_0$ nm、前記波長変換素子により波長変換されたあとの光の波長を $\lambda$ nmとしたとき次式を満たすことを特徴とする請求項32に記載の光ピックアップ装置。

$$\lambda = \lambda_0 / m \quad (m = 2, 3, \dots)$$

【請求項34】 前記カップリングレンズの開口数が0.13以下であることを特徴とする請求項31に記載の光ピックアップ装置。

【請求項35】 前記光ピックアップ装置は、前記光源と前記カップリングレンズとの光路中に、光源から射出された光束の非点隔差を緩和するためのビーム整形素子を有することを特徴とする請求項31に記載の光ピックアップ装置。

【請求項36】 前記集光光学系に含まれる光学素子がすべてプラスチック材料から形成されることを特徴とする請求項1乃至26、31乃至35のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項37】 前記集光光学系は、輪帯状の回折構造を少なくとも1つの面に有する回折光学素子を少なくとも1つ有することを特徴とする請求項1乃至36のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項38】 前記回折光学素子は、前記球面収差補正手段に含まれることを特徴とする請求項37に記載の光ピックアップ装置。

【請求項39】 前記回折光学素子は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置された、光源からの発散光束の発散角を変換するカップリングレンズに含まれることを特徴とする請求項37または38に記載の光ピックアップ装置。

【請求項40】 前記回折光学素子は、前記対物レンズに含まれることを特徴とする請求項37乃至39のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項41】 前記球面収差補正手段は、少なくとも1つの光軸方向に沿って変移可能な可動要素を有するこ

とを特徴とする請求項1乃至39のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項42】 前記球面収差補正手段は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置された、光源からの発散光束の発散角を変えるカップリングレンズであって、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群が前記可動要素であることを特徴とする請求項41に記載の光ピックアップ装置。

【請求項43】 前記集光光学系は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置された、光源からの発散光束を平行光に変換するコリメートレンズを有し、前記球面収差補正手段は、前記コリメートレンズと前記対物レンズとの光路中に配置された、ビームエキスパンダであって、前記ビームエキスパンダを構成する少なくとも1つのレンズ群が前記可動要素であることを特徴とする請求項41に記載の光ピックアップ装置。

【請求項44】 前記可動要素を駆動する駆動手段は、ボイスコイルアクチュエータもしくはピエゾアクチュエータであることを特徴とする請求項41乃至43のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項45】 前記球面収差補正手段は、光軸に垂直な方向に沿った屈折率分布が可変であることを特徴とする請求項1乃至40のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項46】 請求項1乃至45のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置を搭載したことを特徴とする、音声および／または画像の記録、および／または、音声および／または画像の再生装置。

【請求項47】 光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系と、  
前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、  
前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有する光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法であって、  
前記球面収差検出手段は、少なくとも入射する光束に対し振幅分割もしくは波面分割するとともに、該分割された光束もしくは波面に異なる大きさもしくは異なる符号の球面収差を与える光学素子と、前記光学素子を介した光束を受光する多分割光検出器と、を備え、  
前記分割された光束もしくは波面の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する前記多分割光検出器の受光面における光量の差を検出することで、前記球面収差の変動量を検出し、前記球面収差の変動量を低減させるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法。

【請求項48】 光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系と、

前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、

前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有する光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法であって、

前記球面収差検出手段は、入射する光束の球面収差の変化に応じて受光する光量に変化を生じるように面積が配分された第1の受光面および第2の受光面を有する多分割光検出器と、前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器の間に配置され、前記情報記録面からの反射光を前記第1の受光面に受光される第1の光束と、前記第1の光束と近軸焦点位置もしくはベストフォーカス位置が同一とされ、前記第2の受光面に受光される第2の光束とに分割するとともに、前記第1の光束にオーバーな球面収差を与え、前記第2の光束にアンダーな球面収差を与える光学素子と、を有し、

前記第1の光束と前記第2の光束の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する前記第1の受光面における光量と前記第2の受光面における光量の差を検出することで、前記球面収差の変動量を検出し、前記球面収差の変動量を低減させるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法。

【請求項49】 光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系と、

前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、

前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有する光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法であって、

前記球面収差検出手段は、時計回りの方向に順に、入射する光束の球面収差の変化に応じて受光する光量に変化を生じるように面積が配分された、第1の受光部、第2の受光部、前記第1の受光部と対向する第3の受光部、前記第2の受光部と対向する第4の受光部の少なくとも4つの領域に分割された受光面を有する多分割光検出器と、前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器と前記球面収差補正手段との間に配置され、情報記録面からの反射光の波面を前記多分割光検出器のそれぞれの受光面に受光され、かつ近軸焦点位置もしくはベストフォーカス位置が同一とされた4つの領域の波面に分割するとともに、前記第1の受光部および前記第3の受光部に受光

される波面にオーバーな球面収差を与え、前記第2の受光部および前記第4の受光部に受光される波面にアンダーな球面収差を与える光学素子と、を有し、  
前記4つの領域に分割された波面の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する前記多分割光検出器の各々の受光面における光量の差を検出することで、前記球面収差の変動量を検出し、前記球面収差の変動量を低減させるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法。

【請求項50】 前記球面収差変動の補正方法は、前記集光光学系に少なくとも1つのプラスチックレンズを含む光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法であって、  
少なくとも温度及び／または湿度変化に対して、前記プラスチックレンズの形状及び屈折率の少なくとも一方の変化及び／または前記光源の発振波長変動により生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項46乃至48のいずれか1項に記載の球面収差変動の補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光情報記録媒体について情報の記録・再生を行うための光ピックアップ装置、この光ピックアップ装置を搭載した記録・再生装置及び光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、短波長赤色半導体レーザの実用化に伴い、従来の光ディスク（「光情報記録媒体」ともいう）である、CD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスクであるDVD（デジタルバーサタイルディスク）が開発され製品化されているが、近い将来には、より高密度な次世代の光ディスクが登場することが予想される。このような次世代の光ディスクを媒体とした光情報記録再生装置の光学系では、記録信号の高密度化或いは高密度記録信号の再生のために、光源であるレーザの短波長化とともに、対物レンズの高開口数(Numerical Aperture:NA)化が図られている。しかしながら、対物レンズの高NA化が図られてくると、CDやDVDのごとき比較的低密度な光ディスクを記録または再生する場合においてほとんど無視できた問題でもより顕在化されることが予想される。

【0003】例えば、光ディスクの保護層（「透明基板」ともいう）の厚み誤差により生じる球面収差は対物レンズの開口数の4乗に比例して発生するため、対物レンズの開口数が大きくなるにつれて保護層の厚み誤差の影響が大きくなり、安定した情報の記録または再生が出来なくなる恐れがある。

【0004】また、光ピックアップ装置において光源と

して用いられる半導体レーザはその発振波長に±10nmほどの個体間のばらつきがある。基準波長からずれた発振波長をもつ半導体レーザを光源に用いた場合、対物レンズで発生する球面収差は開口数が大きくなるほど大きくなるので、基準波長からずれた発振波長をもつ半導体レーザは使用できなくなり、光源として使用する半導体レーザの選別が必要となる。

【0005】また、光ピックアップ装置において一般的に使用されているプラスチックレンズは、温度や湿度変化をうけて変形し易く、また、屈折率が大きく変化する。プラスチックレンズの温度変化に対する屈折率変化は、ほぼ $-10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ である。屈折率変化により生じる球面収差は、対物レンズの開口数の4乗に比例して発生するので従来の光ピックアップ装置に用いられる光学系ではそれほど問題にならなかった屈折率変化による球面収差の変動も、対物レンズの高開口数化においては無視できない量となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述のような問題に鑑みて提案されたものであり、高開口数の対物レンズと少なくとも1枚のプラスチックレンズとを含む集光光学系を有する光ピックアップ装置であって、温度及び／または湿度変化に起因して発生する球面収差の変動を効果的に補正し、常に良好な集光状態を維持できる光ピックアップ装置、この光ピックアップ装置を搭載した記録・再生装置、及び光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法を提供することを目的とする。

【0007】更には、光ディスクの保護層の厚み誤差、光源の微小な発振波長変動、集光光学系に含まれる光学素子の製造誤差等に起因して発生する球面収差の変動を効果的に補正し、常に良好な集光状態を維持できる光ピックアップ装置、及び光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による第1の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記集光光学系は少なくとも1つのプラスチックレンズを含み、前記情報記録面からの反射光を検出して、少なくとも温度及び／または湿度変化に対して、前記プラスチックレンズの形状及び屈折率の少なくとも一方の変化及び／または前記光源の発振波長変動により生じる球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段によって検出された球面収差の変動を補正するために前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を備えることを特徴とする。



【0009】この光ピックアップ装置によれば、球面収差検出手段により、少なくとも温度及び／または湿度変化に対して、プラスチックレンズの形状及び屈折率の少なくとも一方の変化及び／または光源の発振波長変動により生じる球面収差の変動を検出し、駆動手段によって球面収差補正手段を駆動させ、この球面収差の変動を補正するようにしたので、高開口数の対物レンズを有する光ピックアップ装置であっても、温度や湿度変化の影響を受けやすいプラスチックレンズを使用することが可能である。

【0010】また、本発明による第2の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有し、前記球面収差検出手段は、少なくとも入射する光束に対して振幅分割または波面分割を行う分割手段と、分割された光束または波面にそれぞれ異なる大きさまたは異なる符号の球面収差を与える光学素子と、前記光学素子によって球面収差を与えられた光束を受光する多分割光検出器と、を備えることを特徴とする。

【0011】この光ピックアップ装置によれば、球面収差検出手段において分割された光束または波面にそれぞれ異なる大きさまたは異なる符号の球面収差を与えて検出することにより、球面収差を精度よく検出でき、駆動手段によって球面収差補正手段を駆動させ、球面収差の変動を精度よく補正できる。

【0012】また、本発明による第3の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有し、前記球面収差検出手段は、入射する光束の球面収差の変化に応じて受光する光量に変化を生じるように面積が配分された第1の受光面および第2の受光面を有する多分割光検出器と、前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器との光路中に配置され、前記情報記録面からの反射光を前記第1の受光面に受光される第1の光束と、前記第1の光束と近軸焦点位置もしくはベストフォーカス位置が同一とされ、前記第2の受光面に受光される第2の光束とに分割するとともに、前記第1

の光束にオーバーな球面収差を与え、前記第2の光束にアンダーな球面収差を与える光学素子と、を有し、前記第1の光束と前記第2の光束の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する前記第1の受光面における光量と前記第2の受光面における光量の差を検出することで、前記球面収差の変動量を検出し、前記球面収差の変動量を低減させるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする。

【0013】この光ピックアップ装置によれば、球面収差検出手段において第1の光束と第2の光束の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する第1の受光面における光量と第2の受光面における光量の差を検出することにより、球面収差を精度よく検出でき、駆動手段によって球面収差補正手段を駆動させ、球面収差の変動を精度よく補正できる。

【0014】また、前記第1の受光面と前記第2の受光面が同一基板上に形成されていることが好ましい。

【0015】また、本発明による第4の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有し、前記球面収差補正手段は、時計回りの方向に順に、入射する光束の球面収差の変化に応じて受光する光量に変化を生じるように面積が配分された、第1の受光部、第2の受光部、前記第1の受光部と対向する第3の受光部、前記第2の受光部と対向する第4の受光部の少なくとも4つの領域に分割された受光面を有する多分割光検出器と、前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器と前記球面収差補正手段との光路中に配置され、情報記録面からの反射光の波面を前記多分割光検出器のそれぞれの受光面に受光され、かつ近軸焦点位置もしくはベストフォーカス位置が同一とされた4つの領域の波面に分割するとともに、前記第1の受光部および前記第3の受光部に受光される波面にオーバーな球面収差を与え、前記第2の受光部および前記第4の受光部に受光される波面にアンダーな球面収差を与える光学素子と、を有し、前記4つの領域に分割された波面の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する前記多分割光検出器の各々の受光面における光量の差を検出することで、前記球面収差の変動量を検出し、前記球面収差の変動量を低減させるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする。

【0016】この光ピックアップ装置によれば、球面収差検出手段において4つの領域に分割された波面の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生



する多分割光検出器の各々の受光面における光量の差を検出することにより、球面収差を精度よく検出でき、駆動手段によって球面収差補正手段を駆動させ、球面収差の変動を精度よく補正できる。

【0017】また、前記光源から前記光情報記録媒体の情報記録面に至る光路と、前記情報記録面から前記多分割光検出器に至る光路が共有されることが好ましく、この場合、前記光源と前記多分割光検出器が同一基板上に形成されることが好ましい。

【0018】また、前記光ピックアップ装置は、前記対物レンズを駆動させるための駆動手段と、前記情報記録面からの反射光を第2の光検出器により検出することで前記対物レンズのトラッキング誤差および/またはフォーカシング誤差を検出するための誤差検出手段と、を有し、前記情報記録面から前記第2の光検出器に至る光路と、前記情報記録面から前記多分割光検出器に至る光路が共有されることが好ましい。この場合、前記第2の光検出器と前記多分割光検出器が同一基板上に形成されることが好ましい。

【0019】また、前記光ピックアップ装置は、前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器との光路中に、前記情報記録面からの反射光を前記多分割光検出器の受光面上に集光させるための集光レンズを有し、前記集光レンズは、少なくとも入射する光束に、異なる大きさもしくは異なる符号の球面収差を与えるとともに振幅分割もしくは波面分割することが好ましい。

【0020】また、前記光ピックアップ装置は前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器との光路中に配置された集光レンズを有し、前記集光レンズは、輪帯状の回折構造を少なくとも1つの面に有することが好ましい。

【0021】また、本発明による第5の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から射出される光束の発散度を変換するカップリングレンズと、該光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有し、前記カップリングレンズと、前記球面収差検出手段に含まれる集光レンズであって、前記球面収差検出手段に含まれる光検出器と前記球面収差補正手段との光路中に配置される集光レンズとが、前記光源の波長変動及び温度変化に対する特性において略一致していることを特徴とする。

【0022】この光ピックアップ装置によれば、温度変化や光源の発振波長変動が起きた場合の、球面収差検出手段の光検出器に検出される情報記録面からの反射光のもつ球面収差に対するカップリングレンズの寄与を集光

レンズによってキャンセルすることができる。これにより、球面収差補正手段と光情報記録媒体との間で発生する球面収差の変動を球面収差検出手段によって精度よく検出できる。

【0023】この場合、前記カップリングレンズと前記集光レンズは、光学的に同一の光学素子であることが好ましい。

【0024】また、本発明による第6の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、を含む集光光学系を備えた光ピックアップ装置であって、前記集光光学系は光軸方向に沿ってそれぞれ独立に変移可能な少なくとも2つのレンズ群を含み、前記変移可能なレンズ群は全てプラスチック材料からなり、前記変移可能なレンズ群を光軸方向に沿って変移させるための駆動手段を有することを特徴とする。

【0025】この光ピックアップ装置によれば、光軸に沿って変移可能な光学素子が全てプラスチック材料から形成されることにより、駆動手段の負担を軽減することができるので、駆動手段の駆動電力が小さくて済み、また、より小型の駆動手段による変移が可能となるので、光ピックアップ装置を小型化できる。

【0026】また、前記光ピックアップ装置は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置された球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段とを有し、前記球面収差補正手段は、少なくとも1つの光軸方向に沿って変移可能な可動要素を有し、前記光軸方向に沿って変移可能なレンズ群のうち少なくとも1つのレンズ群が前記可動要素であって、前記光軸方向に沿って変移可能なレンズ群であって、前記可動要素以外のレンズ群のうち少なくとも1つのレンズ群が前記対物レンズであることが好ましい。

【0027】また、前記球面収差検出手段が検出可能な球面収差変動量を $\Delta SA$ としたとき、次の式(1)を満たすことが好ましい。

$$\Delta SA \geq 0.030 \lambda \text{ rms} \quad (1)$$

ただし、 $\lambda$ ：前記光源の発振波長(nm)

【0029】また、前記球面収差検出手段が検出可能な球面収差変動量を $\Delta SA$ としたとき、次の式(2)を満たすことが好ましい。

$$\Delta SA \geq 0.010 \lambda \text{ rms} \quad (2)$$

【0031】また、前記球面収差検出手段は、前記集光光学系で発生する球面収差の変動量に対応した球面収差誤差信号を生成し、前記球面収差誤差信号がほぼ零となるように前記駆動手段を駆動させることが好ましい。

【0032】また、前記光情報記録媒体の情報記録面に対して情報の記録または再生を行うのに必要な前記対物

レンズの像側の所定開口数が0.65以上であることが好ましい。

【0033】また、前記光情報記録媒体の情報記録面に対して情報の記録または再生を行うのに必要な前記対物レンズの像側の所定開口数が0.75以上であることが\*

$$0.07 < NA \cdot WD / f < 0.35 \quad (3)$$

ただし、NA：光情報記録媒体に記録および／または再生を行うのに必要な所定の像側開口数

WD：前記対物レンズのワーキングディスタンス (mm)

$$0.10 < NA \cdot WD / f < 0.40 \quad (4)$$

ただし、NA：光情報記録媒体に記録および／または再生を行うのに必要な所定の像側開口数

WD：前記対物レンズのワーキングディスタンス (mm)

f：前記対物レンズの全系の焦点距離 (mm)

【0038】また、前記対物レンズは、無限遠物体からの平行光束に対して収差が最小となるように収差補正されていることが好ましい。

【0039】また、前記対物レンズは、有限距離にある物体からの発散光束に対して収差が最小となるように収差補正されていることが好ましい。

【0040】また、前記対物レンズは、像側物体に向かう収散光束に対して収差が最小となるように収差補正されていることが好ましい。

【0041】また、前記光源は500nm以下の波長の光を発生することが好ましい。

【0042】また、前記集光光学系は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に、光源からの発散光束の発散角を変換するカップリングレンズを有し、前記カップリングレンズはガラス材料からなることが好ましい。

【0043】また、前記集光光学系は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に、光源からの発散光束の発散角を変換するカップリングレンズを有し、前記カップリングレンズは屈折作用をもつガラスレンズと、一方の面で前記ガラスレンズに接合され、他方の面に光学面が形成されたプラスチック材料及び／または紫外線硬化樹脂からなる光学素子とから構成される複合レンズであることが好ましい。これにより、発散度の変化と、カップリングレンズ自身の焦点距離の変化によるカップリングレン

$$\lambda = \lambda_0 / m \quad (m = 2, 3, \dots) \quad (5)$$

【0050】また、前記カップリングレンズの開口数が0.13以下であることが好ましい。

【0051】また、前記光ピックアップ装置は、前記光源と前記カップリングレンズとの光路中に、光源から射出された光束の非点隔差を緩和するためのビーム整形素子を有することが好ましい。

【0052】また、前記集光光学系に含まれる光学素子がすべてプラスチック材料から形成されることが好ましい。

\*好ましい。

【0034】また、前記対物レンズは光源側から順に配置された正屈折力の第1レンズと正屈折力の第2レンズとからなり、次の式(3)を満たすことが好ましい。

$$0.07 < NA \cdot WD / f < 0.35 \quad (3)$$

※ f：前記対物レンズの全系の焦点距離 (mm)

【0036】また、前記対物レンズは単レンズであって、次の式(4)を満たすことが好ましい。

$$0.10 < NA \cdot WD / f < 0.40 \quad (4)$$

☆ズからの射出光の発散度の変化とを、互いに打ち消すことができるので、温度変化及び／または湿度変化に対してカップリングレンズから常に一定の発散度の光束を射出することができる

【0044】また、前記カップリングレンズは、光源からの発散光束を平行光束に変換するコリメートレンズであって、前記光ピックアップ装置は、前記コリメートレンズと前記対物レンズとの光路中に、光源から射出された光束の非点隔差を緩和するためのビーム整形素子を有することが好ましい。

【0045】また、前記集光光学系に含まれる前記カップリングレンズ以外の光学素子がすべてプラスチック材料から形成されることが好ましい。

【0046】また、前記集光光学系は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に、光源からの発散光束の発散角を変換するカップリングレンズを有し、前記カップリングレンズはプラスチック材料からなることが好ましい。

【0047】また、前記光源は、略円形の光束を射出することが好ましい。

【0048】また、前記光源は、半導体レーザと、前記半導体レーザより射出された光の波長を変換する波長変換素子とから構成され、前記集光光学系は、前記波長変換素子より射出される光を前記情報記録面上に集光させ、前記半導体レーザより射出される光の波長を $\lambda_0$ nm、前記波長変換素子により波長変換されたあとの光の波長を $\lambda$ nmとしたとき次の式(5)を満たすことが好ましい。

$$\lambda = \lambda_0 / m \quad (m = 2, 3, \dots) \quad (5)$$

【0053】また、前記集光光学系は、輪帯状の回折構造を少なくとも1つの面に有する回折光学素子を少なくとも1つ有することが好ましい。

【0054】また、前記回折光学素子は、前記球面収差補正手段に含まれるようにできる。

【0055】また、前記回折光学素子は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置された、光源からの発散光束の発散角を変換するカップリングレンズに含まれるようにできる。

【0056】また、前記回折光学素子は、前記対物レンズに含まれるようにできる。

【0057】また、前記球面収差補正手段は、少なくとも1つの光軸方向に沿って変移可能な可動要素を有することが好ましい。

【0058】また、前記球面収差補正手段は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置された、光源からの発散光束の発散角を変えるカップリングレンズであって、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群が前記可動要素であることが好ましい。

【0059】また、前記集光光学系は、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置された、光源からの発散光束を平行光に変換するコリメートレンズを有し、前記球面収差補正手段は、前記コリメートレンズと前記対物レンズとの光路中に配置された、ビームエキスパンダであって、前記ビームエキスパンダを構成する少なくとも1つのレンズ群が前記可動要素であることが好ましい。

【0060】また、前記可動要素を駆動する駆動手段は、ボイスコイルアクチュエータもしくはピエゾアクチュエータから構成できる。

【0061】また、前記球面収差補正手段は、光軸に垂直な方向に沿った屈折率分布が可変であるように構成できる。

【0062】また、本発明による音声および／または画像の記録・再生装置は、上述した各光ピックアップ装置を搭載したことを特徴とする。

【0063】また、本発明による第1の球面収差変動の補正方法は、光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系と、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有する光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法であって、前記球面収差検出手段は、少なくとも入射する光束に対し振幅分割もしくは波面分割するとともに、該分割された光束もしくは波面に異なる大きさもしくは異なる符号の球面収差を与える光学素子と、前記光学素子を介した光束を受光する多分割光検出器と、を備え、前記分割された光束もしくは波面の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する前記多分割光検出器の受光面における光量の差を検出することで、前記球面収差の変動量を検出し、前記球面収差の変動量を低減させるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする。

【0064】この光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法によれば、分割された光束もしくは波面の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する受光面における光量の差を検出することによ

り、球面収差を精度よく検出できる。これにより、駆動手段によって球面収差補正手段を駆動させ、球面収差の変動を精度よく補正できる。

【0065】また、本発明による第2の球面収差変動の補正方法は、光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系と、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有する光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法であって、前記球面収差検出手段は、入射する光束の球面収差の変化に応じて受光する光量に変化を生じるように面積が配分された第1の受光面および第2の受光面を有する多分割光検出器と、前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器の間に配置され、前記情報記録面からの反射光を前記第1の受光面に受光される第1の光束と、前記第1の光束と近軸焦点位置もしくはベストフォーカス位置が同一とされ、前記第2の受光面に受光される第2の光束とに分割するとともに、前記第1の光束にオーバーな球面収差を与え、前記第2の光束にアンダーな球面収差を与える光学素子と、を有し、前記第1の光束と前記第2の光束の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する前記第1の受光面における光量と前記第2の受光面における光量の差を検出することで、前記球面収差の変動量を検出し、前記球面収差の変動量を低減させるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする。

【0066】この光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法によれば、第1の光束と第2の光束の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する第1の受光面における光量と第2の受光面における光量の差を検出することにより、球面収差を精度よく検出できる。これにより、駆動手段によって球面収差補正手段を駆動させ、球面収差の変動を精度よく補正できる。

【0067】また、本発明による第3の球面収差変動の補正方法は、光源と、前記光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの光路中に配置され、球面収差の変動を補正するための球面収差補正手段と、を含む集光光学系と、前記情報記録面からの反射光を検出することで前記球面収差の変動を検出する球面収差検出手段と、前記球面収差検出手段の検出結果に応じて前記球面収差補正手段を駆動する駆動手段と、を有する光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法であって、前記球面収差検出手段は、時計回りの方向に順に、入射する光束の球面収差の変化に応じて受光する光量に変化を生じるように面積が配分された、第1の受光部、第2の受

光部、前記第1の受光部と対向する第3の受光部、前記第2の受光部と対向する第4の受光部の少なくとも4つの領域に分割された受光面を有する多分割光検出器と、前記球面収差補正手段と前記多分割光検出器と前記球面収差補正手段との間に配置され、情報記録面からの反射光の波面を前記多分割光検出器のそれぞれの受光面に受光され、かつ近軸焦点位置もしくはベストフォーカス位置が同一とされた4つの領域の波面に分割するとともに、前記第1の受光部および前記第3の受光部に受光される波面にオーバーな球面収差を与え、前記第2の受光部および前記第4の受光部に受光される波面にアンダーな球面収差を与える光学素子と、を有し、前記4つの領域に分割された波面の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する前記多分割光検出器の各々の受光面における光量の差を検出することで、前記球面収差の変動量を検出し、前記球面収差の変動量を低減させるように前記駆動手段を駆動させることを特徴とする。

【0068】この光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法によれば、4つの領域に分割された波面の球面収差の大きさの違いもしくは符号の違いに起因して発生する多分割光検出器の各々の受光面における光量の差を検出することにより、球面収差を精度よく検出できる。これにより、駆動手段によって球面収差補正手段を駆動させ、球面収差の変動を精度よく補正できる。

【0069】また、前記球面収差変動の補正方法は、前記集光光学系に少なくとも1つのプラスチックレンズを含む光ピックアップ装置における球面収差変動の補正方法であって、少なくとも温度及び／または湿度変化に対して、前記プラスチックレンズの形状及び屈折率の少なくとも一方の変化及び／または前記光源の発振波長変動により生じる球面収差の変動を補正することが好ましい。

【0070】

【発明の実施の形態】以下、本発明による第1～第6の実施の形態の光ピックアップ装置について図面を用いて説明する。

【0071】〈第1の実施の形態〉

【0072】図1は第1の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図であり、図2は図1の多分割光検出器の受光面を図1の方向Aから見た概略的な平面図であり、図3は図1の球面収差付加素子の例としてのホログラム素子を示す斜視図である。

【0073】図1に示すように、本実施の形態による光ピックアップ装置は球面収差補正手段として負レンズ5aと正レンズ5bとから構成されたビームエキスパンダ5を用いたものである。

【0074】図1の光ピックアップ装置は、半導体レーザからなる光源1から出射された光束がカップリングレンズ2、ビーム整形プリズムペア3、偏向ビームスプリ

ッタ4、4'、ビームエキスパンダ5、1/4波長板6及び絞り7を通過した後、対物レンズ8によって光情報記録媒体の透明基板9を介して情報記録面9'に集光されるように構成されている。

【0075】更に、情報記録面9'からの反射光は再び、対物レンズ8及びビームエキスパンダ5等を通じた後、一部が偏向ビームスプリッタ4'によって反射され球面収差付加素子12及び集光レンズ13を通過して多分割光検出器15に向かい、残りが偏向ビームスプリッタ4'を通過した後、偏向ビームスプリッタ4'によって反射されトラッキング／フォーカシング誤差検出手段19に向かうように構成される。

【0076】また、図1の光ピックアップ装置は、対物レンズ駆動手段として対物レンズ8をトラッキング／フォーカシングのために2軸方向に駆動する2軸アクチュエータ10を備え、また球面収差補正手段の駆動手段としてビームエキスパンダ5の負レンズ5aを光軸方向に駆動する1軸アクチュエータ11を備える。

【0077】また、トラッキング誤差／フォーカシング誤差検出手段19によりフォーカシング誤差を検出し、2軸アクチュエータ10によりフォーカスサーボ引き込み動作を行った後、多分割光検出器15により球面収差の変動を検出する。なお、トラッキング誤差／フォーカシング誤差の検出については公知のブッシュブル法や非点収差法等を用いて行うことができるので、説明を省略する。

【0078】次に、本実施の形態における球面収差の変動の検出及び球面収差の変動の補正の原理について説明する。

【0079】図2(a)、(b)に示すように、多分割光検出器15は所定の面積を有する受光面14aと受光面14bとを有し、受光面14aと受光面14bとが同一基板上に形成された構成となっている。受光面14aは分割線19により所定の面積を有する受光部A1とA2とに分割され、受光面14bは分割線20により所定の面積を有する受光部B1とB2とに分割されている。

【0080】図1のように情報記録面9'で反射して対物レンズ8及び球面収差補正手段のビームエキスパンダ5を通過し、偏向ビームスプリッタ4'で反射した光束16(以下、「反射光16」と呼ぶ)は、一面がホログラム面に構成された球面収差付加素子12を通過する際に受光面14aに受光される第1の光束16aと、受光面14bに受光される第2の光束16bの2つの光束とに分割されるとともに、球面収差付加素子12により第1の光束16aにはアンダーな球面収差成分が、第2の光束16bにはオーバーな球面収差成分が付加される。この球面収差成分は光情報記録媒体の透明基板9の厚み誤差により発生する球面収差成分と同等であるのが好ましく、大きさは温度変化及び波長変動による球面収差成分を加えた最大量とするのが好ましい。このとき、第1の

光束16aと第2の光束16bの近軸焦点位置は同一とされ、多分割光検出器15の各受光面14a、14bはこの位置に配置される。

【0081】また、球面収差付加素子12としては、図3に示すようなホログラム素子12aを用いることができる。光源波長での所定の球面収差量及び多分割光検出器15上での所定の光束分離量からホログラム面12bのパターンを決めると、±1次回折光の一方はアンダーの球面収差が、他方はオーバーの球面収差がそれぞれ付加される。ホログラム面12bは光源波長(λ)のλ/2の位相差となる正弦波若しくは矩形波型格子に構成するとよい。

【0082】図2(c)、(d)に、反射光16に球面収差の変動がない場合(以下、「基準状態」と呼ぶ)の受光面14a及び受光面14bにおける情報記録面9'からの反射光の受光パターンを示す。受光部A1、A2、B1、B2の大きさ及び球面収差付加素子12の形状は、基準状態において、各々の受光部の受光量A1、A2、B1、B2(各受光量を各受光部と同じ符号で表す)が、

$$A1 = A2$$

$$B1 = B2$$

を満たすように決定される。

【0083】上述の基準状態において、受光面14aで受光されるスポットは球面収差がアンダーの状態であり、受光面14bで受光されるスポットは球面収差がオーバーの状態である。即ち、中心に比較的光線密度の大きい核を形成し、周辺に光線密度の小さいフレアを形成\*

\*する。

【0084】ここで、反射光16の球面収差がアンダーな方向に変動した場合(以下、「アンダー状態」と呼ぶ)には、受光パターンは図2(e)、(f)のようになる。即ち、同図に示すように、受光面14aで受光されるスポットはアンダーな球面収差が強調され、基準状態と比較して周辺フレアの強度は大きく、中心の核の強度は小さくなる。それに対し、受光面14bで受光されるスポットはオーバーな球面収差が低減され、基準状態と比較して周辺フレアの強度は小さく、中心の核の強度は大きくなる。

【0085】また、反射光15の球面収差がオーバーな方向に変動した場合(以下、「オーバー状態」と呼ぶ)には、受光パターンは図2(g)、(h)のようになる。即ち、同図に示すように、受光面14aで受光されるスポットはアンダーな球面収差が低減され、基準状態と比較して周辺フレアの強度は小さく、中心の核の強度は大きくなる。それに対し、受光面14bで受光されるスポットはオーバーな球面収差が強調され、基準状態と比較して周辺フレアの強度は大きく、中心の核の強度は小さくなる。

【0086】各受光面14a、14bの各受光部で受光する光量A1、A2、B1、B2の基準状態に対する変化を次の表1に示す。表1において、「+」は基準状態と比較して光量が増大することを、「-」は基準状態と比較して光量が減少することを表す。

【0087】

【表1】

アンダー状態	基準状態	オーバー状態
A1 <sup>+</sup>	A1	A1 <sup>-</sup>
A2 <sup>-</sup>	A2	A2 <sup>+</sup>
B1 <sup>-</sup>	B1	B1 <sup>+</sup>
B2 <sup>+</sup>	B2	B2 <sup>-</sup>

【0088】球面収差誤差信号ΔSAは、多分割光検出器15の各受光部での受光量に基づいて以下の演算により検出される。

$$【0089】\Delta SA = (A2 + B1) - (A1 + B2)$$

【0090】表1より、アンダー状態においてΔSA<0、オーバー状態においてΔSA>0となることが分かる。

【0091】図1の多分割光検出器15において、ΔSA<0と検出された場合には、ビームエキスパンダ5の駆動手段である1軸アクチュエータ11によって、基準状態と比較して負レンズ5aと正レンズ5bの間隔を広げるように負レンズ5aを光軸方向に沿ってΔSA=0となるように変移させる。これに対し、ΔSA>0と検出された場合には、ビームエキスパンダ5の駆動手段である1軸アクチュエータ11によって、基準状態と比較

して負レンズ5aと正レンズ5bの間隔を狭めるように負レンズ5aを光軸方向に沿ってΔSA=0となるように変移させる。

【0092】なお、多分割光検出器15の受光面の配置は、上記のように第1の光束16aおよび第2の光束16bの近軸焦点位置に限らずその内側もしくは外側でもよく、上述した方法と同様の原理で球面収差の変動を検出・補正できる。次に、図4により、図1の光ピックアップ装置の変形例を説明する。図4の光ピックアップ装置は、球面収差補正手段としてカップリングレンズを光軸方向に沿って変移可能としたものであり、図1と同様の効果を得ることができる。

【0093】図4に示すように、光源1からの光束が偏向ビームスプリッタ4、4'、1/4波長板6、カップリングレンズ2、及び絞り7を通過し、対物レンズ8に

よって光情報記録媒体の透明基板9を介して情報記録面9'に集光される。情報記録面9'からの反射光は、対物レンズ8及びカップリングレンズ2等を通過した後、一部が偏向ビームスプリッタ4'によって反射され球面収差付加素子12を通過して多分割光検出器15に向かい、残りが偏向ビームスプリッタ4'を通過した後、偏向ビームスプリッタ4'によって反射されトラッキング/フォーカシング誤差検出手段19に向かう。

【0094】また、球面収差補正手段としてのカップリングレンズ2は、球面収差補正手段の駆動手段としての1軸アクチュエータ11により図1の光軸方向に沿って変移可能に構成されている。なお、図1、図4において、ビームエキスパンダ5やカップリングレンズ2の駆動手段(1軸アクチュエータ11)は、ボイスコイルアクチュエータやピエゾアクチュエータなどを用いることができる。

【0095】また、情報記録面9'からの反射光を多分割光検出器15に集光させる図1の集光レンズ13はカップリングレンズ2と同一の光学素子とされ省略されている。これにより、光ピックアップ装置の小型化、部品数の少量化等が達成できる。

【0096】図4の光ピックアップ装置の多分割光検出器15において、球面収差誤差信号 $\Delta SA < 0$ と検出された場合には、カップリングレンズ2の駆動手段11によって、基準状態と比較してカップリングレンズ2と対物レンズ8の間隔を狭めるようにカップリングレンズ2を光軸方向に沿って $\Delta SA = 0$ となるように変移させる。これに対し、 $\Delta SA > 0$ と検出された場合には、カップリングレンズ2の駆動手段11によって、基準状態と比較してカップリングレンズ2と対物レンズ8の間隔を広げるようにカップリングレンズ2を光軸方向に沿って $\Delta SA = 0$ となるように変移させる。

【0097】次に、図5により、図1の光ピックアップ装置の別の変形例を説明する。図5の光ピックアップ装置は、球面収差補正手段として図1のビームエキスパンダ5の代わりに屈折率分布可変素子を用いたものであり、図1と同様の効果を得ることができる。

【0098】図5に示すように、光源1からの光束が偏向ビームスプリッタ4、4'、屈折率分布可変素子17等を通過し、対物レンズ8によって光情報記録媒体の透明基板9を介して情報記録面9'に集光される。情報記録面9'からの反射光は、対物レンズ8及び屈折率分布可変素子17等を通過した後、一部が偏向ビームスプリッタ4'によって反射され球面収差付加素子12及び集光レンズ13を通過して多分割光検出器15に向かい、残りが偏向ビームスプリッタ4'を通過した後、偏向ビームスプリッタ4'によって反射されトラッキング/フォーカシング誤差検出手段19に向かう。

【0099】図5に示す球面収差補正手段としての屈折率分布が可変である屈折率分布可変素子17は、例え

ば、電氣的に互いに接続された光学的に透明な電極層17a、17b、17cと、電極層17a、17b、17cに対し電氣的に絶縁され、駆動手段18から印加される電圧に応じて屈折率分布が変化する屈折率分布可変層17d、17eとが交互に積層され、電極層17a、17b、17cが複数の領域に分割された素子などを用いることができる。

【0100】図5の光ピックアップ装置の多分割光検出器15において球面収差誤差信号 $\Delta SA$ が検出された場合には、屈折率分布可変素子17の駆動手段18により電極層17a、17b、17cに電圧を印加し、屈折率分布可変層17d、17eの屈折率を場所によって変化させ、屈折率分布可変素子17からの射出光の位相を $\Delta SA$ が零となるように制御する。

【0101】また、屈折率分布が可変である素子として、液晶分子を光軸に垂直な面内で、任意のX方向にそろえて配列させた液晶素子aと、液晶分子を光軸に垂直な面内で、X方向とは垂直なY方向にそろえて配列させた液晶素子bを用いることもできる。液晶素子aと液晶素子bとをガラス基板cをはさんで交互に積層させ、液晶素子aと液晶素子bとのそれぞれに電圧を印加することで、球面収差補正手段からの射出光の位相のX方向成分、およびY方向成分を独立に制御することにより球面収差の変動を補正することができる。

【0102】また、集光レンズ13を回折レンズとすることで、集光レンズ13に球面収差付加素子12の機能を持たせても良い。球面収差付加素子12と集光レンズ13とを共通化することで光ピックアップ光学系の構成要素を減らすことができ、より簡素な構成とすることができる。

【0103】(第2の実施の形態)

【0104】図12は第2の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

【0105】図12に示す本実施の形態による光ピックアップ装置は、光源1から情報記録面9'に至る光路と、情報記録面9'から多分割光検出器15に至る光路とが共有され、図1の偏向ビームスプリッタ4'が省略され、光源1と多分割光検出器15とが同一の基板上に形成され、さらにビームエキスパンダ5の正レンズ5bを1軸アクチュエータ11により光軸方向に沿って変移させることで球面収差の変動を補正する以外は図1と基本的に同様の構成であるので、同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0106】図12に示すように、光源/多分割光検出器集積ユニット24'内に光源1、多分割光検出器15、ホログラム20及び球面収差付加素子12がユニット化されている。

【0107】光源1から出射された光束は、ホログラム20、カップリングレンズ2、ビーム整形プリズムベア3、偏向ビームスプリッタ4、ビームエキスパンダ5、



1/4波長板6、絞り7を通過した後、対物レンズ8によって光情報記録媒体の透明基板9を介して情報記録面9'に集光される。情報記録面9'からの反射光は再び対物レンズ8、絞り7、1/4波長板6、ビームエキスパンダ5を通過した後、一部が偏向ビームスプリッタ4によって反射されトラッキング誤差/フォーカシング誤差検出手段19に向かい、残りが偏向ビームスプリッタ4を通過した後、ビーム整形プリズムペア3、カップリングレンズ2を通過し、ホログラム20によって回折され球面収差検出手段19に向かう。このような図12の光ピックアップ装置によれば、図1と同様の効果を得ることができる。

【0108】また、情報記録面9'からの反射光を多分割光検出器15に集光させる図1の集光レンズ13はカップリングレンズ2と同一の光学素子とされ省略されている。これにより、光ピックアップ装置の小型化、部品数の少量化等が達成できる。

【0109】図1、図5、図6及び図12の各光ピックアップ装置にあるように、光源から出射された光束の非点隔差を緩和するためのビーム整形プリズムペア3を用いる場合、ビーム整形プリズムペア3による非点収差の発生を防ぐために、ビーム整形プリズムペア3に入射する光束の発散度は常に一定に保たれる必要がある。このため、カップリングレンズ2はガラスレンズであることが好ましい。これにより、温度変化及び/または湿度変化がおきた場合でもビーム整形プリズムペア3に入射する光束の発散度を一定に保つことができる。さらにこのガラスカップリングレンズを回折レンズとし、光源の波長が微少変動したときのカップリングレンズの焦点の移動を小さく抑えることで、光源の波長が微少変動した場合でもビーム整形プリズムペア3に入射する光束の発散度を一定に保つことができるのでより好ましい。

【0110】また、温度変化及び/または湿度変化がおきた場合、カップリングレンズ2を保持する鏡枠の形状変化によって光源からカップリングレンズ2までの距離が変化し、カップリングレンズ2からの射出光の発散度が変化してしまう場合がある。カップリングレンズ2を、屈折作用をもつガラスレンズと、一方の面で前記ガラスレンズに接合され、他方の面に光学面が形成されたプラスチック材料及び/または紫外線硬化樹脂からなる光学素子とから構成される複合レンズとすると、上述の発散度の変化と、カップリングレンズ2自身の焦点距離の変化によるカップリングレンズ2からの射出光の発散度の変化とを、互いに打ち消すことができるので、温度変化及び/または湿度変化に対してカップリングレンズ2から常に一定の発散度の光束を出射することができる。このような複合レンズ型のカップリングレンズ2としては同一出願人による特願2000-053858号にあるようなカップリングレンズを用いることができる。

【0111】〈第3の実施の形態〉

【0112】図13は第3の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

【0113】図13に示す本実施の形態による光ピックアップ装置は、図4と同様に情報記録面9'からの反射光を多分割光検出器15に集光させる図1の集光レンズ13とカップリングレンズ2とが同一の光学素子とされており、図4と比べて、光源1とカップリングレンズ2との光路中に、光源1から射出された光束の非点隔差を緩和するためのビーム整形レンズ21を配置した以外は図4と基本的に同様の構成であるので、同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0114】図13に示すビーム整形レンズ21としては、アナモルフィックレンズを用いることができる。アナモルフィックレンズの面形状は光源から出射する光束の非点隔差の大きさにより決定される。

【0115】図13に示すように、光源1から出射された光束は、ビーム整形レンズ21、偏向ビームスプリッタ4'、偏向ビームスプリッタ4、カップリングレンズ2、ビームエキスパンダ5、1/4波長板6、絞り7を通過した後、対物レンズ8によって光情報記録媒体の透明基板9を介して情報記録面9'に集光される。情報記録面9'からの反射光は再び対物レンズ8、1/4波長板6、ビームエキスパンダ5、カップリングレンズ2を通過した後、一部が偏向ビームスプリッタ4'によって反射されトラッキング誤差/フォーカシング誤差検出手段19に向かい、残りが偏向ビームスプリッタ4'を通過した後、偏向ビームスプリッタ4によって反射され球面収差検出手段19に向かう。このような図13の光ピックアップ装置によれば、図4と同様の効果を得ることができる。

【0116】更に、図13の光ピックアップ装置では、光源1とカップリングレンズ2との光路中にビーム整形素子を配置したので、カップリングレンズ2をプラスチックレンズとすることが可能である。温度変化及び湿度変化や光源の微少な波長変動が起きたときに、カップリングレンズ2から出射される光束の発散度が変化することにより発生する球面収差は、カップリングレンズ2を1軸アクチュエータにより光軸方向に変移させることで補正可能である。

【0117】図1、図5、図6、図12及び図13の各光ピックアップ装置のように、光源1から出射された光束の非点隔差を緩和するためのビーム整形プリズムペア3あるいはビーム整形レンズ21を使用すると、光源からの光束を、光量を損失することなく、カップリングレンズ2によって全て取り込むことができるので、低出力型の光源であっても適用可能となるので好ましい。また、光源の駆動電圧が小さくて済むので、光源の寿命を延ばすことができる。

50 【0118】〈第4の実施の形態〉

【0119】図14は第4の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

【0120】図14に示す本実施の形態による光ピックアップ装置は、図4と同様に情報記録面9'からの反射光を多分割光検出器15に集光させる図1の集光レンズ13とカップリングレンズ2とが同一の光学素子とされており、図4と基本的に同様の構成であるので、同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0121】図14に示すように、情報記録面9'からトラッキング誤差/フォーカシング誤差検出用の第2の光検出器19に至る光路と情報記録面9'から多分割光検出器15に至る光路とが共有され、トラッキング誤差/フォーカシング誤差検出用の第2の光検出器と多分割光検出器15とを同一の基板上に形成している。多分割光検出器/第2の光検出器集積ユニット25'内に多分割光検出器15、第2の光検出器19、ホログラム20及び球面収差付加素子12がユニット化されている。

【0122】また、対物レンズ8を光源1からの発散光束を情報記録面9'上に集光する有限共役型とすることで、ワーキングディスタンスを大きく確保し、光情報記録媒体と対物レンズ8との衝突を防いでいる。また、球面収差変動の補正は、光源1と対物レンズ8との光路中に配置した、光軸方向に沿って変移可能なカップリングレンズ2によって行う。

【0123】図14に示すように、光源1から出射された光束は、偏向ビームスプリッタ4、カップリングレンズ2、1/4波長板6、絞り7を通過した後、対物レンズ8によって光情報記録媒体の透明基板9を介して情報記録面9'に集光される。情報記録面9'からの反射光は再び対物レンズ8、1/4波長板6、カップリングレンズ2を通過した後、偏向ビームスプリッタ4によって反射されホログラム20に入射する。ホログラム20によって生成される回折光のうちm次回折は球面収差検出手段に向かい、n次回折光(ただし、 $m \neq n$ )はトラッキング誤差/フォーカシング誤差検出手段19に向かう。このような図14の光ピックアップ装置によれば、図4と同様の効果を得ることができる。

【0124】〈第5の実施の形態〉

【0125】図15は第5の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

【0126】図15に示す本実施の形態による光ピックアップ装置は、対物レンズ8を2枚の正レンズ22、23から構成される2群構成とし、それぞれのレンズ22、23を光軸方向及び/または光軸に垂直方向に沿って変移可能とし、図4のカップリングレンズ2を省略した以外は図4と基本的に同様の構成であるので、同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0127】光源側の第1レンズ22を球面収差変動を補正するために1軸アクチュエータ11によって変移させ、光情報記録媒体側の第2レンズ23をトラッキング

誤差/フォーカシング誤差の低減のために2軸アクチュエータ10によって変移させる。

【0128】図15に示すように、光源1から出射された光束は、偏向ビームスプリッタ4、偏向ビームスプリッタ4'、1/4波長板6、絞り7を通過した後、対物レンズ8によって光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面9'に集光される。情報記録面9'からの反射光は再び対物レンズ8、1/4波長板6を通過した後、一部が偏向ビームスプリッタ4'によって反射されトラッキング誤差/フォーカシング誤差検出手段19に向かい、残りが偏向ビームスプリッタ4'を通過した後、偏向ビームスプリッタ4によって反射され球面収差検出手段に向かう。このような図14の光ピックアップ装置によれば、図4と同様の効果を得ることができる。

【0129】上述の図1、図5、図6、図12及び図13の各光ピックアップ装置において、光源1として、高出力型の半導体レーザあるいは、略円形のほぼ非点隔差のない光束を出射可能な光源を用いる場合、光源1から出射された光束の非点隔差を緩和するためのビーム整形プリズムペア3あるいはビーム整形レンズ21を省略することができる、さらにカップリングレンズをプラスチックレンズとすることができるので好ましい。

【0130】また、高出力型の半導体レーザを光源とする場合は、光源から出射された楕円形の光束をカップリングレンズ2での光線のけられ効果を利用して円形に整形するが、このとき、広がり角が小さい方向の光量を充分に取り込むためにカップリングレンズ2の開口数を0.13以下とすることが好ましい。

【0131】また、略円形のほぼ非点隔差のない光束を出射可能な光源としては、半導体レーザの前方にSHG(Second Harmonic Generation: 第2次高調波発生)素子を形成した光源を用いることができる。

【0132】〈第6の実施の形態〉

【0133】図6は第6の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図であり、図7は図6の多分割光検出器の受光面を図6の方向AAから見た概略的な平面図である。

【0134】図6に示すように、本実施の形態の光ピックアップ装置は、球面収差補正手段として図1と同様に正レンズ5aと負レンズ5bとから構成されたビームエキスパンダを用いており、多分割光検出器の受光面が更に多数に分割されている以外は同様の構成であるので、同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0135】本実施の形態における球面収差の変動の検出及び球面収差の変動の補正の原理について図7により説明する。図7(a)に示すように、多分割光検出器25の受光面24は分割線21、22によって受光面24aおよび受光面24bに分割され、受光面24aおよび受光面24bは分割線23によってさらに受光部a1、a2、a1'、a2'及びb1、b2、b1'、b2'に分割される。

に分割される。受光部a1、a2と受光部a1'、a2'及び受光部b1、b2と受光部b1'、b2'はそれぞれ互いに対向する位置にある。

【0136】図6の光ピックアップ装置において、情報記録面9'からの反射光は球面収差付加素子12を通過する際に、図7(a)のX-Z面内の光線に対し、すなわち受光面24bに受光される光線に対しオーバーな球面収差成分が付加され、Y-Z面内の光線に対し、すなわち受光面24aに受光される光線に対しアンダーな球面収差成分が付加される。このとき、X-Z面内の光線とY-Z面内の光線のベストフォーカス位置は同一にされ、多分割光検出器25の受光面24は、X-Z面内の光線およびY-Z面内の光線のベストフォーカス位置よりも外側に配置される。

【0137】図7(b)に、基準状態における受光面24の情報記録面からの反射光の受光パターンを示す。受光部a1、a2、b1、b2、a1'、a2'、b1'、b2'の大きさ及び球面収差付加素子12の形状は、基準状態において、各々の受光部の受光量a1、a2、b1、b2、a1'、a2'、b1'、b2'(各

受光量を各受光部と同じ符号で表す)が、

$a1 = a2, a1' = a2'$

$b1 = b2, b1' = b2'$

もしくは、

$(a2 + b1) - (a1 + b2) = 0$

$(a2' + b1') - (a1' + b2') = 0$

の関係式が成り立つように決定される。

\*

アンダー状態	基準状態	オーバー状態
a1 <sup>+</sup>	a1	a1 <sup>-</sup>
a2 <sup>-</sup>	a2	a2 <sup>+</sup>
b1 <sup>-</sup>	b1	b1 <sup>+</sup>
b2 <sup>+</sup>	b2	b2 <sup>-</sup>
a1 <sup>+</sup>	a1'	a1 <sup>-</sup>
a2 <sup>-</sup>	a2'	a2 <sup>+</sup>
b1 <sup>-</sup>	b1'	b1 <sup>+</sup>
b2 <sup>+</sup>	b2'	b2 <sup>-</sup>

【0143】球面収差誤差信号 $\Delta SA$ は、多分割光検出器25の各受光部での受光量に基づいて以下の演算により検出される。

$\Delta SA = (A2 + B1) - (A1 + B2)$

または、

$\Delta SA = (A2' + B1') - (A1' + B2')$

または、

$\Delta SA = (A2 + B1 + A2' + B1') - (A1 + B2 + A1' + B2')$

【0144】表2より、アンダー状態において $\Delta SA < 0$ 、オーバー状態において $\Delta SA > 0$ となることが分か

\*【0138】受光面24aで受光されるスポットは球面収差がアンダーの状態、すなわち中心に比較的光線密度の大きい核を形成し、周辺に光線密度の小さいフレアを形成する。受光面24bで受光されるスポットは球面収差がオーバーの状態、すなわち周辺に比較的光線密度の大きいリング状のスポットを形成する。

【0139】アンダー状態では、受光パターンは図7(c)のようになる。受光面24aで受光されるスポットはアンダーな球面収差が強調され、基準状態と比較して周辺のフレアの強度は大きく、中心の核の強度は小さくなる。それに対し、受光面24bで受光されるスポットはオーバーな球面収差が低減され、周辺のリング状のスポットは一樣な強度分布に近づく。

【0140】また、オーバー状態では、受光パターンは図7(d)のようになる。受光面24aで受光されるスポットはアンダーな球面収差が低減され、一樣な強度分布に近づく。それに対し、受光面24bで受光されるスポットはオーバーな球面収差が強調され、基準状態と比較して周辺のリング状のスポットの強度は大きくなる。

【0141】上述の各受光面24a、24bの各受光部で受光する光量の基準状態に対する変化を次の表2に示す。表2において、「+」は基準状態と比較して光量が増大することを、「-」は基準状態と比較して光量が減少することを表す。

【0142】

【表2】

る。

【0145】多分割光検出器25において、 $\Delta SA < 0$ と検出された場合には、ビームエキスパンダ5の駆動手段11によって、基準状態と比較して負レンズ5aと正レンズ5bの間隔を広げるように負レンズ5aを光軸方向に沿って $\Delta SA = 0$ となるように変移させる。これに対し、 $\Delta SA > 0$ と検出された場合には、ビームエキスパンダの駆動手段11によって、基準状態と比較して負レンズ5aと正レンズ5bの間隔を狭めるように負レンズ5aを光軸方向に沿って $\Delta SA = 0$ となるように変移させる。

【0146】また、多分割光検出器15の受光面14がX-Z面内の光線とY-Z面内の光線のベストフォーカス位置より内側に配置される場合においても上述した方法と同様の原理で球面収差の変動を検出・補正できる。

【0147】なお、図4、図5と同様に、図6の光ピックアップ装置における球面収差補正手段として、光軸方向に沿って変移可能としたカップリングレンズあるいは屈折率分布可変素子を用いても良い。

【0148】

【実施例】次に、本発明を実施例1、2により更に具体的に説明する。なお、本実施例のレンズにおける非球面は光軸方向をX軸、光軸に垂直な方向の高さをh、屈折面の曲率半径をrとするとき次の数1で表す。但し、 $\kappa$ を円すい係数、 $A_2i$ を非球面係数とする。

【0149】

【数1】

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)h^2/r^2}} + \sum_{i=2}^{\infty} A_{2i} h^{2i}$$

【0150】また、本実施例のレンズに設けた輪帯状の回折面は光路差関数 $\Phi_b$ として次の数2により表すことができる。ここで、hは光軸に垂直な高さであり、 $b_2i$ は光路差関数の係数である。

【0151】

【数2】

$$\Phi_b = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h^{2i}$$

【0152】〈実施例1〉

【0153】表3に、上述の図1の光ピックアップ装置に用いられるのに好ましい光学系のデータを示す。本実施例では、対物レンズの像側開口数は0.85、情報の記録または再生を行う光源の発振波長は405nmとし、すべての構成要素を短波長領域での内部透過率の高いプラスチック材料から形成した。球面収差補正手段として1枚の負レンズと1枚の正レンズで構成されたビームエキスパンダを用いており、光学系で発生する球面収差の変動を負レンズを光軸に沿って変移させることで補正した。なお、本実施例では、ビームエキスパンダの構成レンズのうち、球面収差の変動の補正のため、正レンズを変移させてもよいし、正レンズ及び負レンズの両方を変移させてもよい。

【0154】

【表3】

実施例1

NA像側 0.85, 対物レンズ 1.765,  $\lambda$  405nm

面No		r(mm)	d(mm)	NA	Yd
0	光源		12.562		
1	カップリング	19.824	1.000	1.52491	56.5
2	レンズ	-8.072	d2(可変)		
3		-7.640	0.800	1.52491	56.5
4	ビーム	20.803	d4(可変)		
5	エキスパンダ	$\infty$	1.000	1.52491	56.5
6		-24.658	2.500		
7	絞り	$\infty$	0.000		
8		1.194	2.650	1.52491	56.5
9	対物レンズ	-0.875	0.355		
10		$\infty$	0.100	1.61949	30.0
11	透明基板	$\infty$			

非球面係数

第1面	$\kappa$	1.17556E+02
A4		3.20240E-03
A6		-1.81338E-02
A8		1.45405E-03
A10		-6.15195E-04

第2面	$\kappa$	-7.75508E+00
A4		1.17433E-03
A6		2.83742E-03
A8		-4.82759E-04
A10		-1.36023E-04

第3面	$\kappa$	-1.97927E+01
A4		-6.78786E-04
A6		2.05462E-03
A8		1.04460E-04
A10		2.84382E+02

第4面	$\kappa$	1.09429E+02
A4		4.45798E-03
A6		-2.27581E-03
A8		1.11057E-03
A10		1.22921E-04

第8面	$\kappa$	-6.83354E-01
A4		1.62029E-02
A6		1.54908E-03
A8		2.89288E-03
A10		-3.67711E-04
A12		-3.58222E-04
A14		1.48419E-04
A16		1.19603E-04
A18		-3.02302E-05
A20		-1.10520E-05

第9面	$\kappa$	-2.17044E+01
A4		3.08021E-01
A6		-6.38499E-01
A8		5.85364E-01
A10		-2.15623E-01
A12		-2.52265E-04

回折面係数

第5面	b2	-1.02550E-02
b4		-7.03560E-04

第6面	b2	-1.59390E-02
b4		5.83750E-04

【0155】表4に実施例1における $\pm 10$ nmの光源の発振波長変動、 $\pm 30^\circ\text{C}$ の温度変化、 $\pm 0.02$ mmの透明基板厚さ誤差に起因して発生した球面収差の変動を補正した結果を示す。また、発振波長400nmほどの短波長レーザ光源を用いた場合に問題となる色収差は、ビームエキスパンダの正レンズを両面回折レンズとすることで補正した。図8に実施例1に関する光路図、図9に実施例1に関する球面収差図を示す。

【0156】

【表4】

## 実施例1

球面収差変動の原因		波面収差	d2(可変)	d4(可変)
基準状態 ( $\lambda=405\text{nm}$ , $T=25^\circ\text{C}$ , $t=0.1\text{mm}$ )		0.006 $\lambda$	3.006	1.500
LDの波長変動	$\Delta\lambda=+10\text{nm}$	0.004 $\lambda$	3.416	1.084
	$\Delta\lambda=-10\text{nm}$	0.007 $\lambda$	2.564	1.936
温度変化	$\Delta T=+30^\circ\text{C}$	0.010 $\lambda$	3.454	1.046
	$\Delta T=-30^\circ\text{C}$	0.017 $\lambda$	2.511	1.989
透明基板厚さ誤差	$\Delta t=+0.02\text{mm}$	0.003 $\lambda$	3.604	0.896
	$\Delta t=-0.02\text{mm}$	0.007 $\lambda$	2.327	2.173

(注)温度変化時のLDの発振波長変化 $\Delta\lambda=+0.05\text{nm}$ 

【0157】〈実施例2〉

【0158】表5に、上述の図4の光ピックアップ装置に用いられるのに好ましい光学系のデータを示す。本実施例では、対物レンズの像側開口数は0.85、情報の記録または再生を行う光源の発振波長は405nmとし、すべての構成要素を短波長領域での内部透過率の高いプラスチック材料から形成した。球面収差補正手段と\*

\*としてカップリングレンズを用いており、光学系で発生する球面収差の変動をカップリングレンズを光軸に沿って変移させることで補正した。なお、本実施例では、カップリングレンズを1群構成としたが、複数のレンズ群からなる構成としてもよい。

【0159】

【表5】

## 実施例2

NA集束0.85, f対物レンズ1.765,  $\lambda$  405nm

面No		r(mm)	d(mm)	NA	厚さ
0	光源		d0(可変)		
1	カップリング レンズ	$\infty$	1.200	1.52491	56.5
2		-16.084	d2(可変)		
3	絞り	$\infty$	0.000		
4	対物レンズ	1.194	2.650	1.52491	56.5
5		-0.975	0.355		
6	透明基板	$\infty$	0.100	1.61950	30.0
7		$\infty$			

## 非球面係数

第2面	$\kappa$	1.79971E+01
	A4	7.59036E-04
	A6	3.11883E-04
	A8	-1.23894E-04
	A10	1.96179E-05

第4面	$\kappa$	-6.83354E-01
	A4	1.62029E-02
	A6	1.54908E-03
	A8	2.89288E-03
	A10	-3.67711E-04
	A12	-3.58222E-04
	A14	1.48419E-04
	A16	1.19603E-04
	A18	-3.02302E-05
	A20	-1.10520E-05

第5面	$\kappa$	-2.17044E+01
	A4	3.08021E-01
	A6	-6.39499E-01
	A8	5.85364E-01
	A10	-2.15623E-01
	A12	-2.52265E-04

## 回折面係数

第1面	b2	-1.76010E-02
	b4	-2.32030E-03
	b6	-2.16920E-04
	b8	-2.47650E-05
	b10	-9.47770E-05

【0160】表6に実施例2における $\pm 10\text{nm}$ の光源50の発振波長変動、 $\pm 30^\circ\text{C}$ の温度変化、 $\pm 0.02\text{mm}$

の透明基板厚さ誤差に起因して発生した球面収差の変動を補正した結果を示す。また、発振波長400nmほどの短波長レーザ光源を用いた場合に問題となる色収差は、カップリングレンズの光源側の面を回折面とするこ\*

## 実施例2

球面収差変動の原因		波面収差	d0(可変)	d2(可変)
基準状態 ( $\lambda=405\text{nm}$ , $T=25^\circ\text{C}$ , $t=0.1\text{mm}$ )		0.006 $\lambda$	11.670	5.000
LDの波長変動	$\Delta\lambda=+10\text{nm}$	0.006 $\lambda$	11.404	5.266
	$\Delta\lambda=-10\text{nm}$	0.008 $\lambda$	11.960	4.710
温度変化	$\Delta T=+30^\circ\text{C}$	0.013 $\lambda$	11.373	5.297
	$\Delta T=-30^\circ\text{C}$	0.025 $\lambda$	11.995	4.676
透明基板厚さ誤差	$\Delta t=+0.02\text{mm}$	0.007 $\lambda$	11.246	5.424
	$\Delta t=-0.02\text{mm}$	0.014 $\lambda$	12.136	4.534

(注)温度変化時のLDの発振波長変化 $\Delta\lambda=+0.05\text{nm}$

\*とて補正した。図10に実施例2に関する光路図、図11に実施例2に関する球面収差図を示す。

[0161]

[表6]

[0162]なお、上述の表では、10のべき乗の表現にE(またはe)を用いて、例えば、 $E-02$ ( $=10^{-2}$ )のように表している。

[0163]

〔発明の効果〕以上述べたように、本発明における光ピックアップ装置では、球面収差検出手段により、少なくとも温度及び/または湿度変化に対して、プラスチックレンズの形状及び屈折率の少なくとも一方の変化及び/または光源の発振波長変動により生じる球面収差の変動を検出し、駆動手段によって球面収差補正手段を駆動させ、この球面収差の変動を補正するようにしたので、高開口数の対物レンズを有する光ピックアップ装置であっても、温度や湿度変化の影響を受けやすいプラスチックレンズを使うことが可能である。

[0164]さらに、本発明の光ピックアップ装置は、温度や湿度変化による球面収差の変動だけでなく、光ディスクの保護層の厚み誤差、光源の微小な発振波長変動、集光光学系に含まれる光学素子の製造誤差等に起因して発生する球面収差の変動も良好に補正できるので、

1. 集光光学系にプラスチックレンズを用いることが可能となり、大幅なコストダウン及び軽量化が図れる。
2. レーザ光源の選別が必要なくなるので、レーザ光源への製造精度の要求が厳しくなりすぎないので、レーザ光源の量産性を高めることができる。また、光ピックアップ装置の製造時間の短縮を図れる。
3. 光情報記録媒体の製造誤差に対する要求精度が厳しくなりすぎないので、光情報記録媒体の量産性を高めることができる。
4. 集光光学系に含まれる光学素子への製造精度の要求が厳しくなりすぎないので、集光光学系に含まれる光学素子の量産性を高めることができる。等の利点があり、それでいて良好な集光特性を常に維持できる集光光学系を得ることができる。

[0165]また、本発明による光ピックアップ装置では、光軸に沿って変移可能な光学素子は、全てプラスチ

ック材料から形成されることが好ましい。これにより、アクチュエータの負担を軽減することができるので、アクチュエータの駆動電力が小さくて済み、また、より小型のアクチュエータでの変移が可能となるので、光ピックアップ装置を小型化できる。光軸方向に沿って変移可能な光学素子とは、例えばトラッキング誤差/フォーカシング誤差を低減するために2軸アクチュエータにより変移される対物レンズ、球面収差の変動を補正するために光軸方向に沿って変移される球面収差補正手段に含まれる光学素子である。

[0166]また、本発明による光ピックアップ装置では、軽量化、コスト上の観点から、集光光学系に含まれる光学素子のうち少なくとも1つがプラスチック材料から形成されていることが好ましいが、対物レンズ、ビームエキスパンダ、球面収差補正手段としてのカップリングレンズのうち少なくとも1つがプラスチック材料から形成されることがより好ましい。さらに、上述の光学素子の全てがプラスチック材料から形成されることが特に好ましい。

[0167]また、本発明による光ピックアップ装置に用いられる対物レンズは、上述の式(3)あるいは式(4)を満たすことが好ましい。式(3)あるいは式(4)を満たすことで、高開口数の対物レンズであっても、ワーキングディスタンスの十分な確保、レンズ径の小型化と製造誤差感度の低減を両立することができる。

また、この対物レンズを、無限遠物体からの平行光束に対して収差が最小となるように収差補正する場合は、トラッキング誤差/フォーカシング誤差の低減のために対物レンズを動かしても対物レンズへの入射条件の変化が少ないので、収差変化が少ない。また、この対物レンズを、有限距離にある物体からの発散光束に対して収差が最小となるように収差補正する場合は、ワーキングディスタンスをより大きく確保できるので、対物レンズと光情報記録媒体との衝突を防ぐことができる。また、この対物レンズを、像側物体に向かう収斂光束に対して収差



が最小となるように収差補正する場合は、対物レンズへの光線の入射角が小さくなるので、製造時の偏芯誤差による収差劣化を抑えることができ、製造し易い対物レンズとすることができる。

【0168】また、本発明による光ピックアップ装置では、集光光学系中に、輪帯状の回折構造を少なくとも1つの面に有する回折光学素子を有することが好ましい。これにより、発振波長が500nm以下の光源を用いたときに問題となる軸上色収差を補正することができる。この回折光学素子は、集光光学系に含まれる、対物

10 レンズ、ビームエキスパンダ、カップリングレンズ等の光学素子であってもよいし、上述の光学素子とは別途に設けてもよい。

【0169】なお、本明細書中において、光源と対物レンズとの光路中に配置された球面収差補正手段とは、ビームエキスパンダやカップリングレンズや屈折率分布可変素子のほかに、光源や対物レンズも含むものとする。従って、球面収差補正手段が有する光軸に沿って変移可能な光学素子には、ビームエキスパンダやカップリング

20 レンズに含まれるレンズ群、あるいはビームエキスパンダやカップリングレンズとは別途に設けたレンズ群のほかに、光軸に沿って変移可能な光源や対物レンズに含まれるレンズ群も含まれる。

【0170】また、本明細書中において、ビームエキスパンダとは、少なくとも1つの正屈折力を有するレンズ群と、少なくとも1つの負屈折力を有するレンズ群とから構成され、光束径a(mm)の略平行光束が入射した場合に、光束径b(mm) ( $a \neq b$ )の略平行光束を出射することのできる、一般的によく知られた光学素子を指し、光束径を拡大するものだけでなく、光束径を縮小

30 するものも含まれるものとする。

【0171】また、本明細書中において、カップリングレンズとは光源からの発散光束の発散度を変換する光学素子を指し、出射される光束が発散光束であるもの、出射される光束が平行光束であるもの(コリメートレンズ)、出射される光束が収斂光束であるもののいずれの場合も含まれるものとする。また、1つのレンズ群から構成されるものだけでなく、複数のレンズ群から構成されるものも含まれるものとする。

40 【0172】また、本明細書中において、光情報記録媒体とは表面に透明基板を有するものだけでなく、透明基板を有さないものも含まれるものとする。光情報記録媒体が透明基板を有する場合には、本発明の光ピックアップ装置に用いられる対物レンズは、ある特定の厚みの透明基板との組み合わせのもとに収差が最小となるように収差補正されていることが好ましい。

【0173】また、本明細書中において、光源の発振波長の微小変動とは、光源の発振波長に対して、 $\pm 10$ nmの範囲内での波長変動を指すものとする。また、本明細書中において、各種の収差を(良好に)補正すると

は、波面収差を求めたときにいわゆる回折限界性能である $0.07\lambda$  rms以下(ここで、 $\lambda$ は使用する光源の発振波長)であることが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

【図2】図2(a)、(b)は図1の多分割光検出器の受光面14a、14bを図1の方向Aから見た概略的な平面図であり、図2(c)、(d)は基準状態における受光面14a、14bでの受光パターンを模式的に示す平面図であり、図2(e)、(f)は同じくアンダー状態における受光面14a、14bでの受光パターンを模式的に示す平面図であり、図2(g)、(h)は同じオーバー状態における受光面14a、14bでの受光パターンを模式的に示す平面図である。

【図3】図1の球面収差付加素子の例としてのホログラム素子を示す斜視図である。

【図4】図1の光ピックアップ装置の変形例を示す図である。

【図5】図1の光ピックアップ装置の別の変形例を示す図である。

【図6】第6の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

【図7】図7(a)は図6の多分割光検出器25の分割された受光面24を図6の方向AAから見た概略的な平面図であり、図7(b)は基準状態における受光面24での受光パターンを模式的に示す平面図であり、図7(c)はアンダー状態における受光面24での受光パターンを模式的に示す平面図であり、図7(d)はオーバー状態における受光面24での受光パターンを模式的に示す平面図である。

【図8】実施例1に関する光路図である。

【図9】実施例1に関する球面収差図である。

【図10】実施例2に関する光路図である。

【図11】実施例2に関する球面収差図である。

【図12】第2の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

【図13】第3の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

40 【図14】第4の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

【図15】第5の実施の形態による光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

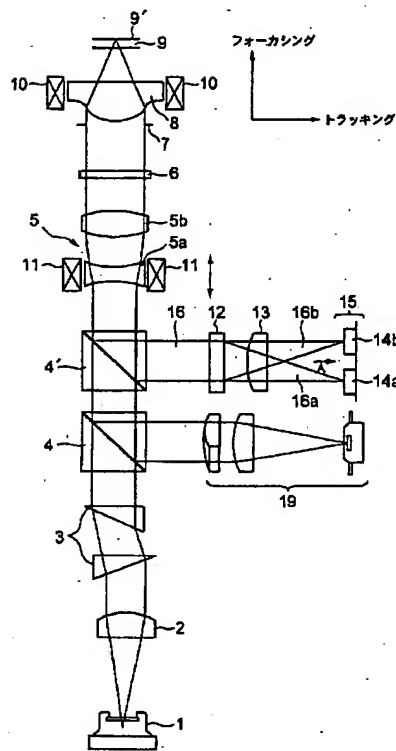
【符号の説明】

- |    |            |
|----|------------|
| 1  | レーザ半導体、光源  |
| 2  | カップリングレンズ  |
| 3  | ビーム整形プリズム  |
| 4  | 偏光ビームスプリッタ |
| 4' | 偏光ビームスプリッタ |
| 5  | ビームエキスパンダ  |

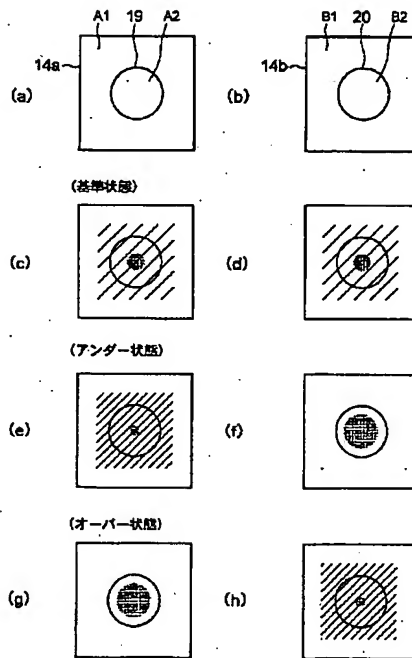
- 6 1/4波長板  
 7 絞り  
 8 対物レンズ  
 9 光情報記録媒体の透明基板  
 9' 光情報記録媒体の情報記録面  
 10 2軸アクチュエータ（対物レンズ駆  
 動手段）  
 11 1軸アクチュエータ（球面収差補正  
 手段駆動手段）  
 12 球面収差付加素子  
 12 a ホログラム素子  
 13 集光レンズ  
 14 a, 14 b 受光面  
 24 受光面  
 24 a, 24 b 受光面  
 15、25 多分割光検出器

- \* 16 反射光  
 16 a 多分割光検出器15の受光面14 a  
 に受光される第1の光束  
 16 b 多分割光検出器15の受光面14 b  
 に受光される第2の光束  
 17 屈折率分布可変素子  
 18 屈折率分布可変素子17の駆動手段  
 19 トラッキング誤差／フォーカシング  
 誤差検出手段、第2の光検出器  
 20 ホログラム  
 21 ビーム整形レンズ  
 22 第1レンズ  
 23 第2レンズ  
 24 光源／多分割光検出器集積ユニット  
 25 多分割光検出器／第2の光検出器集  
 積ユニット

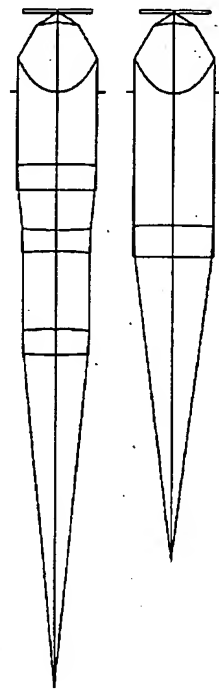
【図1】



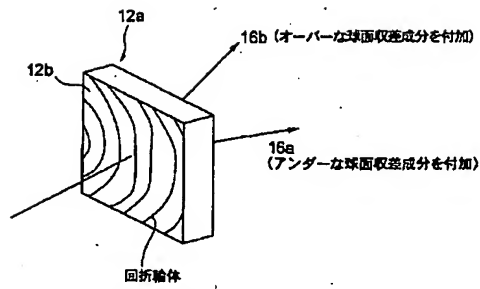
【図2】



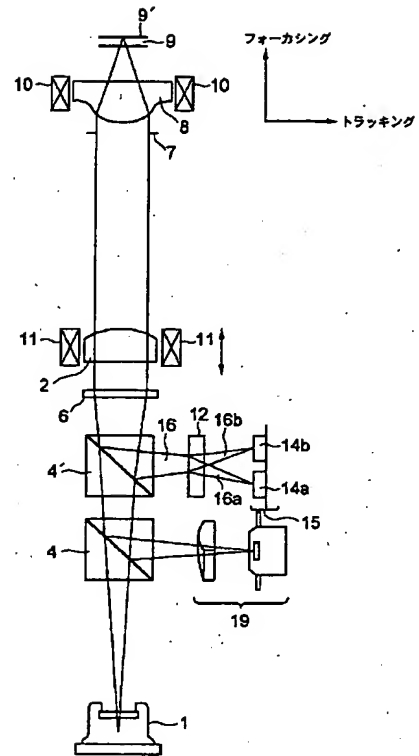
【図8】 【図10】



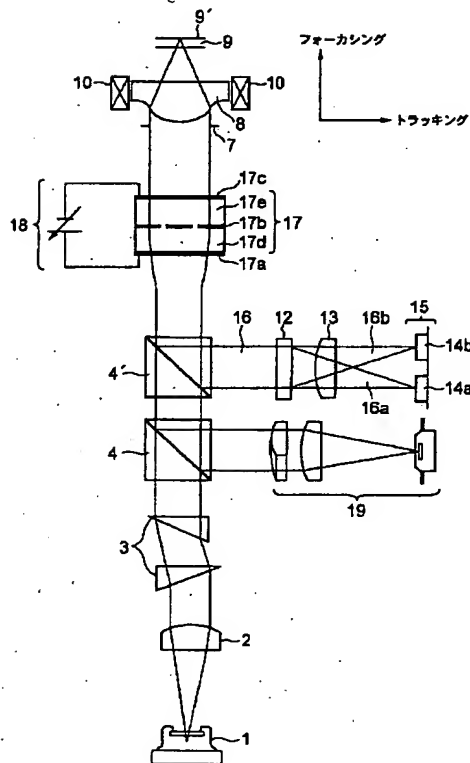
【図3】



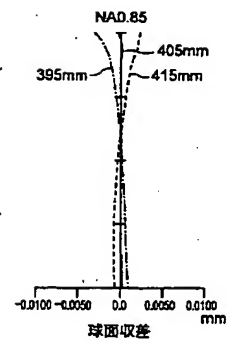
【図4】



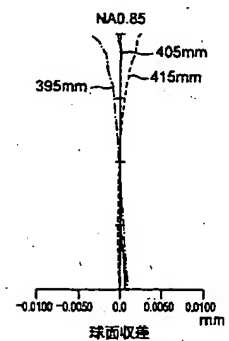
【図5】



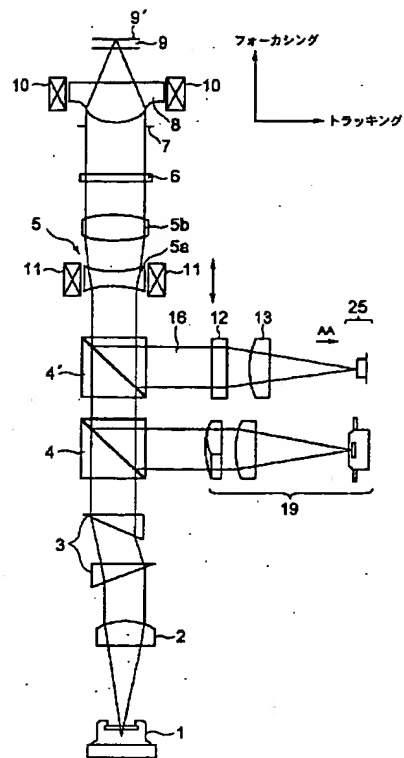
【図9】



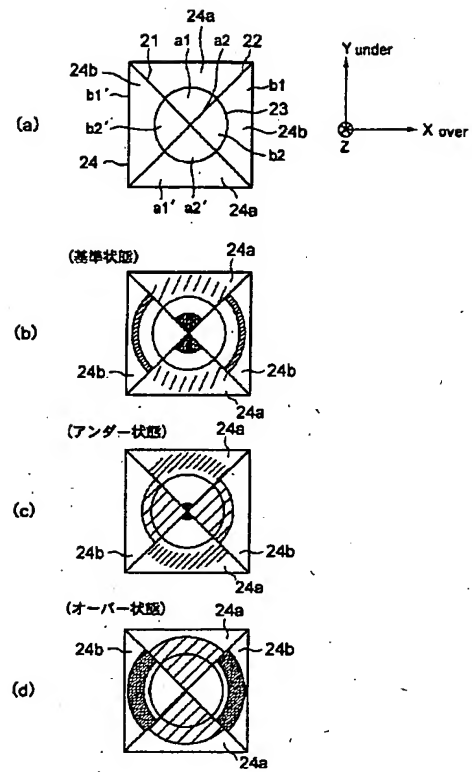
【図11】



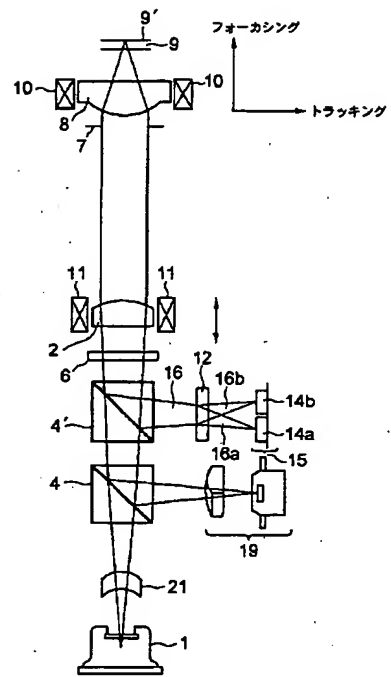
【図6】



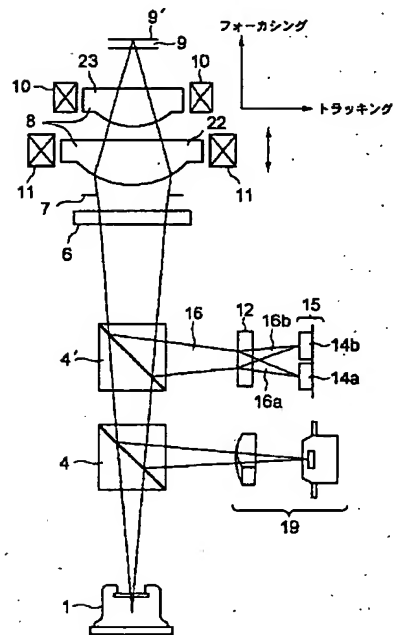
【図7】



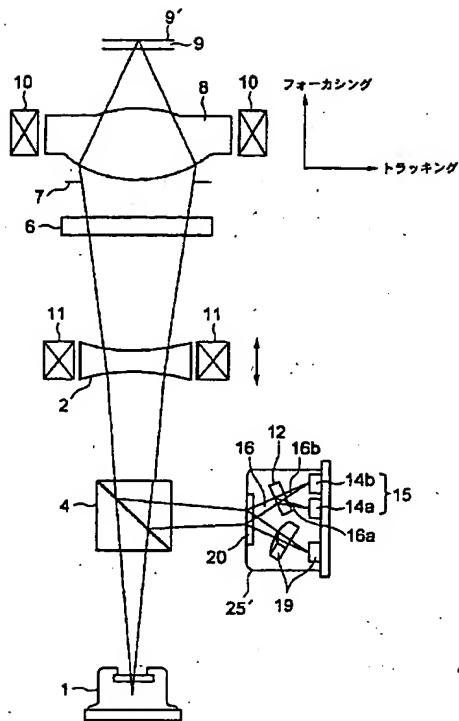
【圖 13】



【圖 15】



【図14】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H044 AC04

2H051 AA14 BA45 BA70 CB02 CB29  
CC02

2H087 KA13 LA01 LA26 NA01 PA02  
PA03 PA17 PB02 PB03 QA03  
QA06 QA14 QA21 QA26 QA33  
QA39 QA41 QA45 RA05 RA12  
RA13 RA37 RA41 RA44 RA45

5D119 AA22 EC01 FA05 JA02 JA06  
JA09 JA43 JA44 JA49 JB01  
JB02 KA04 KA19